

EL DESAMOR ENTRE LAS PLANTAS PÁG: 8



LOS MÁNTIDOS PÁG: 12



NÚM. 95 MARZO-ABRIL DE 2011 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

PESQUERÍA DE CAMARÓN

Los camarones, cangrejos y langostas (crustáceos) constituyen un componente significativo de las comunidades estuarinas y marinas. Entre éstos, los camarones peneidos son económicamente importantes puesto que constituyen la base de grandes pesquerías. Este recurso ocupa el tercer lugar (11.25%) en la producción pesquera nacional con 179 952 toneladas (t) en peso desembarcado. En la región del Golfo de México y Caribe, Tamaulipas ocupa el primer lugar con 12 370 t y Veracruz el tercer lugar con 1 994 t (*Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*, 2008), lo cual representa el 80.5%.

Alternativas de manejo
EN LA PESQUERÍA DE CAMARÓN
en las lagunas de Tamiahua y Madre

ABRIL CID Y ANDREA RAZ GUZMÁN*



El camarón café *Farfantepenaeus aztecus* comprende el 87-94% de la producción total en esta zona (*Carta Nacional Pesquera*, 2004). Esta especie es capturada por la flota industrial (que incluye la flota local y parte de la flota de Campeche) en la plataforma continental, así como por las pesquerías artesanales en las lagunas. Actualmente, la pesquería en esta región se encuentra aprovechada al máximo sustentable como resultado del incremento en las actividades pesqueras de las últimas décadas.

La pesquería de camarón en esta zona es de tipo secuencial, es decir, comprende la pesquería artesanal que explota la fase juvenil en las lagunas costeras y la pesquería industrial que explota la fase adulta que se concentra en altamar. Por esta razón, ambas pesquerías entran en conflicto de intereses en el desarrollo de las políticas estatales y regionales sobre el manejo del recurso (Fig. 1).

Con respecto a la pesquería artesanal de camarón, la más importante en términos de volumen que se lleva a cabo en aguas protegidas del oeste del Golfo de México se desarrolla en la Laguna Madre, Tamaulipas, y en las lagunas de Tamiahua y de Pueblo Viejo, Veracruz.[1] Los camarones entran de manera continua a las lagunas como postlarvas debido a que la reproducción es constante a lo largo del año.[1] El ciclo de vida del camarón inicia en los mares someros después del desove (fase larvaria). Las postlarvas planctónicas migran hacia los estuarios y lagunas costeras. Ahí se reclutan como postlarvas epibénticas, sobre el sustrato (reclutamiento ecológico), en hábitats someros con vegetación acuática sumergida,[2, 3, 4] donde se encuentran protegidas de sus depredadores y crecen hasta alcanzar tallas de juveniles y subadultos. Posteriormente, viajan hacia la plataforma continental (reclutamiento pesquero), en la que alcanzan su madurez sexual como adultos (Fig. 2).

Las tres especies de camarones (el café *F. aztecus*, el rosado *F. duorarum* y el blanco *Litopenaeus setiferus*) presentan dos grandes grupos o cohortes importantes en el año. En la primera, las postlarvas migran hacia las lagunas a principios de primavera para reproducirse en la plataforma continental a principios de otoño, y en la segunda, migran hacia las lagunas a finales de otoño-principios de invierno y la reproducción toma lugar en la plataforma durante la primavera.[5]

Las lagunas Madre y de Tamiahua constituyen zonas de refugio para las fases postlarvarias, juveniles y subadultas de los camarones a lo largo del año. En estas lagunas, la captura de camarones se efectúa con el arte de pesca tradicional de la región llamada “charanga”. Las charangas consisten en estacas de madera colocadas en forma de “V”, que configuran un embudo con un colector en el vértice. Se colocan con el embudo corriente abajo en los corredores migratorios de las lagunas, cubriendo una área limitada y dejando libres las áreas de crianza. Durante la migración de los subadultos hacia el mar, los camarones quedan retenidos en el colector donde son capturados. Este arte de pesca no bloquea del todo las áreas de tránsi-

Portada:
Pescadores con atarraya en una laguna costera en Chiapas.
Fotos: © Fulvio Eccardi



Camarón peneido enmallado.

to de los camarones y es altamente selectivo con los individuos de mayor talla permitiendo el paso de los prejuveniles y juveniles pequeños que permanecen en la población para posteriormente reclutarse a las pesquerías artesanal o industrial. Por lo anterior, la charanga se considera un arte de pesca eficiente (*Diario Oficial de la Federación*, 15 de marzo de 2004).

Veda estacional

Durante las últimas décadas del siglo XX, el recurso camarón empezó a decaer en el Golfo de México como respuesta a un incremento en las actividades pesqueras, por lo que en 1993 se decretó una veda estacional, mediante la NOM-009-PESC-1993 (*Diario Oficial de la Federación*, 24 de julio de 2007), a manera de estrategia de regulación de la actividad pesquera, con el objeto de proteger el reclutamiento de los camarones a las poblaciones de altamar y, en menor grado, la reproducción. La pesquería artesanal en las lagunas de Tamaulipas-Veracruz representaba >50% de la captura total antes de la veda de 1993, después de lo cual la pesquería industrial incrementó sus capturas. Sin embargo, la pesquería artesanal ascendió en 2003 a 46% del total desembarcado (*Anuario Estadístico de Pesca*, 2000-2004), lo que sugiere que ésta no ha disminuido a pesar de la veda establecida.[6]

La veda estacional que se aplica a la zona de plataforma continental en la región camaronera Tamaulipas-Norte de Veracruz (1 de mayo-15 de agosto, *Diario Oficial de la Federación*, 30 de abril de 2010) protege el proceso de reclutamiento pesquero del camarón café (*F. aztecus*), pero excluye completamente una protec-



Figura 1. Esquema de la pesquería secuencial y sus características principales.

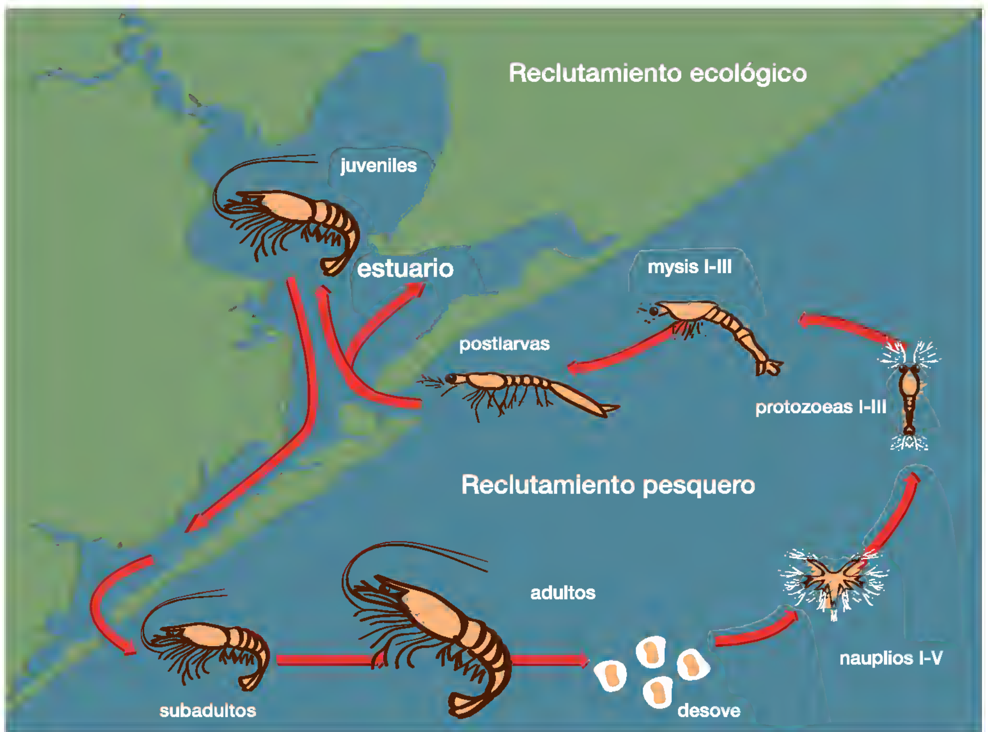


Figura 2. Ciclo de vida típico del camarón peneido (Crustacea: Decapoda: Penaeidae).



ción específica para los periodos de reproducción y desove más importantes que ocurren a principios de primavera (febrero-abril) y de otoño (septiembre-octubre).[1] El resultado de esta situación es una reducción de la capacidad reproductiva de las poblaciones explotadas en plataforma como consecuencia directa de la pesquería industrial.

En el caso de la pesquería artesanal en las lagunas costeras, la protección del recurso camarón no se relaciona tanto con la veda (26 de mayo-10 de julio, *Diario Oficial de la Federación*, 30 de abril de 2010), sino con la regulación de la talla mínima de captura y de las artes de pesca que se permiten utilizar, así como con la protección de las áreas de crianza críticas sobre las que depende la supervivencia de las etapas larvales y juveniles de los camarones. Una diferencia de 10% en la supervivencia de las postlarvas y juveniles parece pequeña, pero tiene implicaciones importantes en el reclutamiento pesquero. Asimismo, dado que la supervivencia de estas etapas tempranas se relaciona de manera directa con el hábitat, el manejo del recurso camarón deberá pasar de la protección de las poblaciones existentes, a través de las regulaciones pesqueras, a la protección de las etapas de vida estuarinas por medio de la conservación de su hábitat.[7]

En teoría, la aplicación de las vedas debería ser una estrategia que promueva el manejo de la pesquería secuencial en esta región camaronera. Sin embargo, la falta de atención a factores sociales, como el caso de los pescadores artesanales que ejercen un impacto importante sobre la explotación y el mantenimiento del recurso durante sus etapas más vulnerables (larvas y juveniles), lleva a concluir que estas estrategias son insuficientes y poco objetivas, y obedecen a intereses político-económicos que favorecen particularmente al sector pesquero industrial sin considerar el impacto social y económico que se genera a nivel local y regional.

Asimismo, las vedas deben establecerse cada año en consenso con todos los actores involucrados, mediante reuniones organizadas por comités estatales.[8] El problema radica en que la información en la que se basan las autoridades para establecer este tipo de regulaciones no está a disposición del público,[9] se mantiene restringida al gobierno y, en consecuencia, la participación de sectores ajenos al mismo es limitada.

Los representantes de la pesquería industrial han presionado para que se reduzca drásticamente el esfuerzo pesquero que practica la pesquería artesanal en las lagunas costeras de esta región del Golfo de México, argumentando que esta reducción resultaría en un aumento en la biomasa disponible para la pesquería industrial.[9] Sin embargo, es en la pesquería industrial de esta región en donde aumenta el esfuerzo de pesca cuando se incorporan las flotas de Campeche, Tabasco y Quintana Roo al inicio de la temporada de pesca cada año,[8] aunado al hecho de que durante el sexenio 1988-1994 se incorporó la participación del sector privado a la pesca del recurso camarón, que antes era explotado exclusivamente por cooperativas pesqueras.

Una alternativa para elevar la producción de camarón es la acuicultura. Sin embargo, existen implicaciones ecológicas de esta opción entre las que se encuen-

tran la introducción de especies exóticas, la pérdida de hábitats naturales y áreas de crianza a lo largo del litoral, el uso de grandes cantidades de agua dulce y la salinización de los suelos, la generación de enfermedades características de los monocultivos y el uso excesivo de antibióticos, el depósito de heces fecales que crea condiciones anóxicas y la exportación de éstas y del alimento no consumido hacia el mar, lo que provoca un problema de contaminación.[10]



Áreas críticas en las lagunas

Entre las herramientas que contribuyen al mejoramiento del manejo del recurso pesquero camarón en las lagunas costeras se encuentra la identificación de los ambientes donde habitan los camarones durante las etapas tempranas de su ciclo de vida (postlarvas, juveniles y subadultos) y el establecimiento de estas áreas como zonas de refugio, con la finalidad de conservarlas y contribuir al desarrollo de los camarones cuidando aspectos de su reproducción, crecimiento y reclutamiento ecológico. La identificación de dichas áreas depende de estudios orientados a determinar la distribución de las especies de interés dentro de las lagunas costeras.[11]

Pérez-Castañeda y Defeo[12] demostraron la importancia de la identificación de áreas de crianza de camarones y el establecimiento de éstas –como zonas restringidas a la actividad pesquera– como instrumento de manejo y conservación del recurso dentro de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, en el sureste del Golfo de México.

En el caso particular de la Laguna Madre, decretada como Área de Protección de Flora y Fauna el 14 de abril de 2005 (SINAP-056, 2006, www.conanp.gob.mx/sinap.html), el establecimiento de una área de refugio deberá quedar estipulado en su programa de manejo. La pesquería de camarón es tan importante a nivel socioeconómico que la protección de áreas de crianza específicas en las lagunas debe constituir una alternativa imprescindible para el sostenimiento de ambas pesquerías, la artesanal y la industrial, a largo plazo. Lo anterior es de vital importancia si se considera que tanto los cambios en el uso del suelo como la contaminación causada por desechos urbanos, agropecuarios e industriales, que se presentan a lo largo del litoral oeste del Golfo de México, generan un deterioro ambiental dentro de las lagunas costeras.[13]

En México, las leyes que mencionan las áreas de crianza son la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En un estudio realizado en las lagunas Madre y de Tamiahua, Cid[11] identificó áreas de crianza para las tres especies de camarones peneidos mediante el registro de las máximas densidades de organismos y su relación con el hábitat, incluyendo en particular las zonas protegidas, los fondos someros y la vegetación acuática sumergida. Se presenta para cada laguna la relación entre estas áreas de crianza y las áreas con mayor esfuerzo de pesca (mayor número de charangas: zonas rellenas en figuras 3 y 4, donde se indica el número de charangas en cada zona).

En la Laguna de Tamiahua, el mayor esfuerzo de pesca se concentra a lo largo del litoral oeste de Cabo Rojo desde la Isla Juana Ramírez hasta la Boca de Tampachi-

chi y a lo largo del litoral oeste de la Isla Juana Ramírez en la parte norte de la laguna, así como alrededor de la Isla del Ídolo al sur de la laguna. Estas zonas también son áreas con densidades altas de juveniles y subadultos de camarones, por lo que se pueden considerar como zonas críticas que requieren protección. Por otra parte, también se registraron densidades significativas de camarones en puntos aislados de la región central de la laguna en donde la concentración de charangas es muy baja (Fig. 3).

En la Laguna Madre el mayor esfuerzo pesquero se localiza a lo largo del litoral oeste de la barrera cerca de la boca de Mezquital en la parte norte de la laguna, a través de la región central de la laguna, y al sur de la boca de Catán y frente a la boca de Caballo en la parte sur de la laguna. En estas zonas fueron registradas densidades altas de juveniles y subadultos de camarones, lo cual significa que representan zonas críticas para el recurso. Adicionalmente, la región noroeste del sistema y la Laguna de Catán albergan una densidad significativa de camarones, sin una concentración marcada de charangas (Fig. 4).

Las áreas con mayor esfuerzo de pesca con charangas en general coinciden con las áreas de crianza críticas (con las mayores densidades de camarones) identificadas en cada laguna. Con el fin de reducir la captura del componente más joven y vulnerable de la población y evitar su disminución por impacto antropogénico, como Pérez-Castañeda y Defeo[12] mencionaron anteriormente, es imprescindible que las actividades de la pesquería artesanal no se lleven a cabo en dichas áreas de crianza. Asimismo, una vez identificadas las áreas de crianza críticas, es posible integrar dicho conocimiento al diseño e implementación de estrategias para el manejo adecuado del recurso y para promover su protección a largo plazo en cada laguna.



Figura 3. Áreas de crianza y áreas con mayor esfuerzo de pesca (*vide in*)[14] en la Laguna de Tamiahua.

Figura 4. Áreas de crianza y áreas con mayor esfuerzo de pesca (*vide in*)[15] en la Laguna Madre.

Consideraciones finales

Las pesquerías artesanales constituyen una actividad importante en la economía local de las lagunas donde se desarrollan. La situación social que prevalece tanto en Tamaulipas y Veracruz[16] como en otras partes del Golfo de México[17] hace imprescindible que el desarrollo de esta actividad se promueva de manera regulada y se le confiera una mayor importancia dentro de las economías regionales, considerando que es una práctica sustentable y ecológica, por encima de otras alternativas de explotación como la pesca industrial y la acuicultura.

El manejo racional de las áreas de crianza afectará directamente a las poblaciones de altamar, y en consecuencia a las pesquerías de la región. Por esto es importante promover los estudios enfocados en ampliar el conocimiento biológico del recurso camarón, en especial aquellos relacionados con las etapas vulnerables de su ciclo de vida (el reclutamiento ecológico) y los ambientes de los que depende dicho proceso, como las áreas de crianza en las lagunas costeras.

El impacto social de esta actividad pesquera es importante para los pescadores artesanales puesto que les permite mantener su estilo de vida, sus costumbres y su actividad económica, considerando que una proporción considerable de los pobladores en esta región de Tamaulipas-Norte de Veracruz es de bajos ingresos económicos. En resumen, la pesquería artesanal en las lagunas costeras con base en el uso de las charangas genera una situación ventajosa para ambos sectores pesqueros, el artesanal y el industrial.

Agradecimientos

A Carlos Illescas por su apoyo en el desarrollo del estudio original y a Ranulfo Rodríguez por la edición de las figuras.

Bibliografía

[1] Fernández, J.I., L. Schultz, A.T. Wakida, M. Medellín, M.E. Sandoval, G. Núñez, J.A. Uribe, R.G. Castro, A. González, M.E. González, J. Santos, G. Marcet, F. Aguilar, B. Delgado y G. Chale. 2000. "Camarón del Golfo de México y Mar Caribe", en *Sustentabilidad y pesca responsable en México, evaluación y manejo, 1999-2000*. INP, México.

[2] Sánchez, A.J. 1997. "Habitat Preference of *Penaeus duorarum* Burkenroad (Crustacea: Decapoda) in a Tropical Coastal Lagoon, Southwest Gulf of Mexico", en *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217(1):107-117.

[3] Pérez-Castañeda, R., y O. Defeo. 2001. "Population Variability of Four Sympatric Penaeid Shrimps (*Farfantepenaeus* spp) in a Tropical Coastal Lagoon of Mexico", en *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52:631-641.

[4] Clark, R.D., J.D. Christensen, M.E. Monaco, P.A. Caldwell, G.A. Matthews y T.J. Minello. 2004. "A Habitat-use Model to Determine Essential Fish Habitat for Juvenile Brown Shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) in Galveston Bay, Texas", en *Fishery Bulletin* 102:264-277.

[5] Mathews, G.P., M. Al-Hosseini, A.R. Abdul-Gaffar y M. Al-Shoushani. 1984. Assessment of Short-lived Stocks with Special Reference to Kuwait's Shrimp Fisheries: A Contrast of the Results Obtained from Traditional and Recent Size-based Techniques", en D. Pauly y G.R. Morgan (eds.), *Length-based Methods in Fisheries Research*. ICLARM Conference Proceedings 13, Manila.

[6] Fernández, J.I. 2006. "Allocation Issues and the Management of a Mexican Shrimp Fishery", en *American Fisheries Society Symposium* 49(1):557-568.

[7] Haas, H.L., K.A. Rose, B. Fry, T.J. Minello y L.P. Rozas. 2004. "Brown Shrimp on the Edge: Linking Habitat to Survival Using an Individual-based Simulation Model", en *Ecological Applications* 14(4):1232-1247.

[8] Medellín, M. 2002. "Zona Tamaulipas (camarón café)", en J. Uribe-Martínez y A.T. Wakida (eds.), *Informe técnico de inicio de temporada de la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (2002)*. SAGARPA, México.

[9] Hernández, A., y K. Willett. 2003. "Changes in Fisheries Management in Mexico: Effect of Increasing Scientific Input and Public Participation", en *Ocean and Coastal Management* 46:507-526.

[10] Holmes, B. 1996. "Imagine a Future Where Most of the Fish on Our Plates Come from Factory-style Farms and Sea Fish Like Cod Are Luxury Items", en *New Scientist* 2059:32-36.

[11] Cid, A. 2008. *Los camarones peneidos y su relación con el recurso pesquero camarón en Laguna de Tamiahua, Veracruz y Laguna Madre, Tamaulipas*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

[12] Pérez Castañeda, R., y O. Defeo. 2003. "Influence of Estuarine Zonation on Exploited Shrimp Populations in a Mexican Biosphere Reserve: A Feature for Management and Conservation", en *Journal of Marine Biological Assessment* 83: 781-784.

[13] Castillo, V. 2006. *Importancia del camarón café* (Farfantepenaeus aztecus) *en el Golfo de México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

[14] Fernández, J.I. 2001a. *Conteo de charangas en la Laguna de Tamiahua en abril y mayo del 2001, resultados y sugerencias metodológicas*. Reporte técnico, INP, México.

[15] Fernández, J.I. 2001b. *Conteo de charangas en Laguna Madre en abril y mayo del 2001, resultados y sugerencias metodológicas*. Reporte técnico, INP, México.

[16] Meza, J.M. 2006. "Los olvidados de Laguna Madre", en *Contralínea Tamaulipas* 12, consultado en www.tamaulipas.contralinea.com.mx/archivo/2006/diciembre/htm/olvidados_laguna_madre.htm

[17] Lugo, E., 2004. "La pesca artesanal del camarón y los derechos humanos", en *El Varejón* (59):15-19, consultado en www.indignacion.org.mx/publicaciones/

* Laboratorio de Ecología del Bentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM,
april_kirikou@yahoo.com.mx
y razguzman@gmail.com

El desamor ENTRE LAS PLANTAS

ANGÉLICA MARÍA HERNÁNDEZ RAMÍREZ*



Las flores de *Passiflora* sp. son polinizadas por insectos y algunas especies presentan un sistema de incompatibilidad esporofítico.

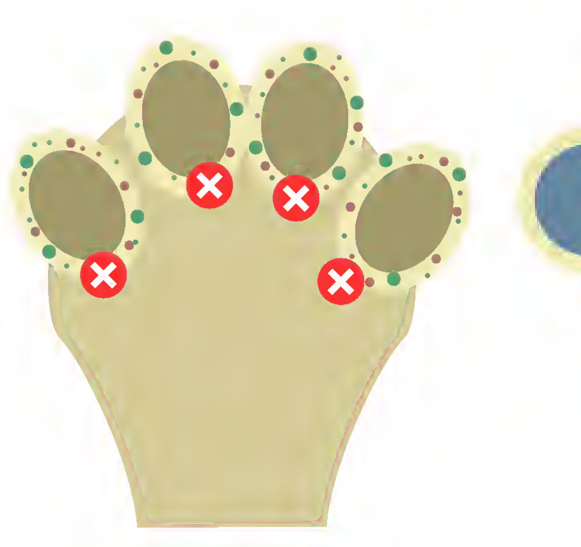
Fotos: © Angélica M. Hernández R.

En un texto publicado en el número 64 de *Biodiversitas* se abordó el tema "El amor entre las plantas"; en él su autor, C.A. Domínguez, explica las diferentes formas que utilizan las plantas para reproducirse, en particular la interacción que establecen con sus polinizadores, también conocidos como vectores del polen. No obstante, los "errores" en la transferencia del polen por parte de los vectores pueden llegar a ser muy altos. Por ello, en las plantas se han desarrollado diferentes estrategias que los corrigen y de manera simultánea se ha ampliado el repertorio de tácticas para seleccionar a la mejor pareja en un lugar y tiempo determinados. Para entender la complejidad que conlleva el desamor entre las plantas empezaré describiendo la estructura general de los órganos reproductivos y el proceso de fertilización. Posteriormente, explicaré los mecanismos que desencadenan el desamor entre las plantas.

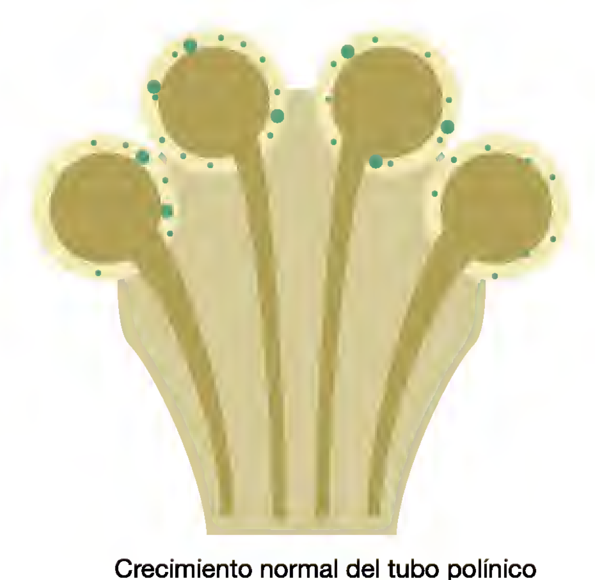
Estructura general de los órganos reproductivos

El androceo es el conjunto de elementos que conforman los órganos reproductivos masculinos y que incluyen los filamentos que soportan a las anteras, las cuales a su vez contienen y protegen a los gametos masculinos (polen). El gineceo es el conjunto de elementos que conforman los órganos reproductivos femeninos y que comprenden el estigma, estilo y ovario. En este último se encuentran contenidos y protegidos los gametos feme-

Sistemas de incompatibilidad







El sistema de incompatibilidad esporofítico ocurre en la superficie del estigma y el sistema de incompatibilidad gametofítico en el estilo de las flores. En ausencia de los sistemas de incompatibilidad, los tubos polínicos asociados a los granos de polen crecen a través del estilo hasta alcanzar los óvulos de las flores.

ninos (óvulos), mientras que el estilo es la estructura que sirve como conducto intermediario entre el estigma y ovario. El estigma es la parte apical y expuesta de los órganos femeninos y es en él en donde ocurre la primera reacción de desamor entre las plantas.

El proceso de fertilización de las plantas

El arribo del polen al estigma de las flores es el evento inicial y el principal reto que tienen que superar las plantas para su reproducción. Una vez que el polen llega al estigma y en el supuesto de que es el "adecuado" para la planta en términos fisicoquímicos y genéticos, comienza una reacción fisiológica y química que resulta en la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico; este último es un canal que permite que los gametos masculinos (células espermáticas) alcancen el saco embrionario que guarda los óvulos de las flores. Cuando se encuentran los gametos y los óvulos se lleva a cabo la doble fertilización, que es una adaptación evolutiva única de las angiospermas (plantas con flores). Por ello, describiré con atención este proceso. El gameto masculino está conformado por dos núcleos que desempeñarán funciones diferentes, el primer núcleo fecundará al óvulo (primera fertilización) y el segundo núcleo formará un tejido nutricional y de protección al embrión (segunda fertilización). En la primera fertilización el primer núcleo del gameto masculino será el que fecunde al óvulo para formar un zigoto o cigoto "diploide" (grupo de células que contiene la mitad de la información genética del padre y la otra mitad de la información genética de la madre). Estas células se dividirán por mitosis –división celular que permite un reparto equitativo del material genético procedente del "padre" y de la "madre"– para formar un embrión, que más tarde será lo que conocemos como semillas. En la segunda fertilización, el segundo núcleo del gameto masculino se fusionará con una célula central que contiene dos núcleos (binucealda) para constituir el endospermo o tejido que alimentará y protegerá al embrión en desarrollo. Este tejido lo conocemos como "la pulpa del fruto", que a su vez está cubierto por la "cáscara del fruto" (ambos resultado de la segunda fertilización). La cáscara y pulpa del fruto ofrecen dos ventajas a la semilla: protegerla del medio físico (temperatura, humedad y sequía) y biótico (patógenos y depredadores), y promover la dispersión de semillas por animales.

Debido a que los gametos masculinos y femeninos se ubican en estructuras físicamente separadas (androceo y gineceo), los vectores (bióticos y/o abióticos) son indispensables para la reproducción sexual de las plantas. Sin embargo, la alta dependencia que tienen con sus vectores, y el hecho de que pueden llegar muchos tipos de ellos a la misma flor, provoca altos riesgos de "error". Por ello, en las plantas se han desarrollado evolutivamente mecanismos que les permiten "corregir" esos "errores".

El desamor entre las plantas

Una vez que el polen llega al estigma de las flores empieza un reconocimiento fisicoquímico y genético entre el polen y el conjunto estigma-estilo de la flor, desencade-

La sexualidad de las plantas es mucho más compleja de lo que pudiéramos imaginar.



El crecimiento del tubo polínico en el estigma de las flores es el resultado de la interacción de los granos de polen con el gineceo de las flores.

El estigma-estilo de las flores es la arena de competencia entre los granos de polen para fertilizar a los óvulos de las flores.



Los mecanismos de inhibición y facilitación para la germinación de los granos de polen y el crecimiento del tubo polínico tienen lugar en el gineceo de las flores.

nando reacciones de desamor entre las plantas conocidas como "sistemas de incompatibilidad". Se han reconocido dos de estos sistemas, que se basan en la acción e interacción del *gen S* –dos genes básicos, uno de ellos se expresa en el polen (respuesta masculina) y el otro se expresa en el estigma-estilo de la flor (respuesta femenina). El primero de ellos es el sistema de incompatibilidad esporofítico y el segundo es el sistema de incompatibilidad gametofítico.

a) *Sistema de incompatibilidad esporofítico*
La reacción de desamor entre las plantas está determinada o impuesta por el genotipo materno y la inhibición del comportamiento del polen (gametos masculinos), el cual sucede principalmente en la superficie del estigma; es decir, se inhibe la germinación del polen o bien se interrumpe el crecimiento del tubo polínico en estados tempranos de su desarrollo.

b) *Sistema de incompatibilidad gametofítico*
Esta reacción de desamor entre las plantas está determinada o impuesta por el genotipo paterno (grano de polen) y la inhibición del tubo polínico ocurre en estados tardíos de su crecimiento o desarrollo; es decir, el sitio de inhibición se presenta en el estilo y/o ovario de la flor.

El resultado obtenido de ambos sistemas de incompatibilidad es el mismo: evitar la fertilización de los óvulos de las flores. Sin embargo, la diferencia entre ambos sistemas reside en el sitio de inhibición, el tiempo de acción del *gen S* y de quién se desenamora de quién (reconocimiento materno o paterno).

Más allá del reconocimiento fisicoquímico y genético entre el polen y el conjunto estigma-estilo de la flor, el desamor entre las plantas puede ocurrir de manera tardía y, por lo tanto, ser altamente costoso, como es el caso de la aborción (aborto) de los frutos en los primeros estadios de desarrollo.

A la par de la corrección de "errores" que se presentan durante el proceso de transferencia, han surgido otros mecanismos que permiten a las plantas ampliar su catálogo de estrategias para seleccionar a la mejor pareja en un lugar y tiempo determinados.

Estos mecanismos aparecen durante el reconocimiento del polen con el conjunto estigma-estilo. A partir de la selección del "polen adecuado" en función de su origen



Las especies de orquídeas presentan una amplia gama de sistemas de incompatibilidad dependiendo de la especie, algunas de ellas son esporofíticas, gametofíticas o bien autocompatibles.

genético, comienza una reacción fisicoquímica en la que la hidratación del estigma y la secreción de calcio/potasio, principalmente, promueven la germinación de los granos de polen y dirigen el crecimiento del tubo polínico hacia el ovario de la flor (mecanismo de facilitación). Lo anterior se debe a que el tubo polínico debe crecer a través de una gran variedad de capas celulares presentes en el estilo de la flor y a menudo debe atravesar grandes distancias a gran velocidad (semejante a los espermatozoides para fertilizar a los óvulos).

El viaje exitoso del tubo polínico hacia el óvulo depende de su intrincada interacción con el gineceo (tamiz selectivo), así como de la disputa con otros granos de polen que potencialmente pueden fertilizar a los óvulos. A su vez, la interacción polen-polen está determinada por reacciones fisicoquímicas que pueden desencadenar la inhibición del crecimiento del tubo polínico de otros granos de polen que contienden por fertilizar a los óvulos. Esta arena de competencia favorecerá indirectamente una selección por parte del polen-polen para que los óvulos sean fertilizados por la mejor pareja en un lugar y tiempo determinados.

El desamor entre las plantas es un proceso sumamente complejo y equivalente en importancia al reto que enfrentan para mover sus gametos (polen) hacia el estigma de las flores.

Las interacciones polen-estigma, polen-estilo y polen-polen descritas con anterioridad muestran la capacidad de respuesta que han desarrollado las plantas durante millones de años de evolución para enfrentar sus limitaciones, como la falta de movilidad, y la alta dependencia que tienen con otros organismos (animales vectores) o vectores del polen (viento).

Bibliografía

Dixit, R., y J.B. Nasrallah. 2001. "Recognizing Self in the Self-Incompatibility Response" en *Plant Physiology* 125:105-108.

Domínguez, C.A. 2006. "El amor entre las plantas", en *Biodiversitas* 64:10-15.

Matton, D.P., N. Nass, A.E. Clarke y E. Newbigin. 1994. "Self-incompatibility: How Plants Avoid Illegitimate Offspring", en *Proceedings of the National Academy of Science* 91:1992-1997.

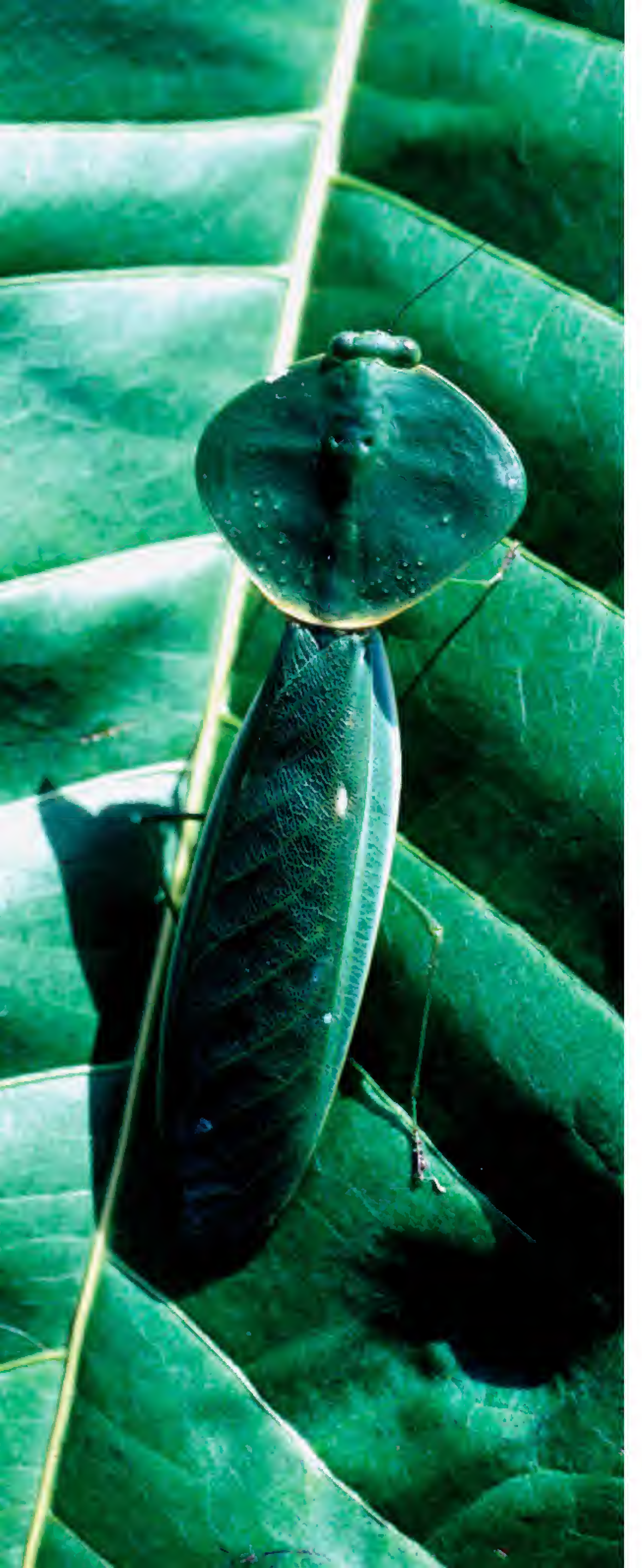
Nasrallah, J.B. 2005. "Recognition and Rejection of Self in Plant Self-incompatibility: Comparison to Animal Histocompatibility", en *Trends in Immunology* 26: 412-418.

Newbigin, E., M.A. Anderson y A.E. Clarke. 1993. "Gametophytic Self-Incompatibility Systems", en *The Plant Cell* 5:1315-1324.

Rea, A.C., y J.B. Nasrallah 2008. "Self-incompatibility Systems: Barriers to Self-fertilization in Flowering Plants", en *The International Journal of Developmental Biology* 52:627-636.

Skogsmyr, I., y A. Lankienen 2002. "Sexual Selection: An Evolutionary Force in Plants?", en *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 77:537-562.

* Universidad Veracruzana, Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), angehernandez@uv.mx, hernanra03@yahoo.com.mx



LOS MÁNTIDOS

ENRIQUE MARIÑO PEDRAZA*

Estos insectos son comúnmente conocidos como mamboretas, santateresas, matamulas, campamochas, rezanderas, religiosas o mantis. Este último término, utilizado por los antiguos griegos, hace alusión a la típica disposición de las patas anteriores en actitud de "rezo" u "oración" que presentan; de hecho el nombre científico Mantodea, acuñado en 1838 por el entomólogo alemán Hermann Burmeister, proviene del griego *mantis* (profeta) y de *eides* (con aspecto de).

Estudios basados en evidencia morfológica y molecular han determinado que los parientes más cercanos de los mantis son los órdenes Isoptera (termitas) y Blattodea (cucarachas), conformando los tres grupos el superorden Dictyoptera. De acuerdo con cada autor, se consideran como un orden, o bien se les da el tratamiento de grupos independientes. Respecto de su origen filogenético, éste se ubica a partir de los blatópteros (orden Blattoptera), grupo de insectos fósiles localizados en los estratos de la era Paleozoica. Estos insectos primitivos con aspecto de cucarachas son los precursores no sólo de las cucarachas modernas, sino también de las mantis y las termitas. La aparición de estos dos últimos grupos se remonta al Mesozoico, específicamente a principios del periodo Jurásico, hace 200 millones de años, aunque la mayoría de las especies modernas de mántidos irrumpe más tarde, en el Cretácico (138 millones de años).

Anatomía y morfología

Los mántidos se caracterizan por presentar un cuerpo alargado, cuya longitud puede oscilar entre 1 y 17 centímetros. Las hembras son por lo general de mayor talla, llegando en ciertos casos a medir el doble del macho. El cuerpo está dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza triangular y móvil presenta en sus esquinas dos ojos compuestos, muy desarrollados; sobre el escudo frontal se encuentran tres ocelos u ojos sencillos; las antenas son filiformes o bien plumosas; el aparato bucal, fuerte y poderoso, es de tipo masticador. Por estar soportada por un pronoto o cuello, largo y flexible, la cabeza puede girar hasta 180º sin voltear

Los mantodeos viven fundamentalmente en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo. Se encuentran en una gran variedad de hábitats terrestres desde la arena del desierto hasta el dosel del bosque tropical.

el cuerpo, permitiéndole al insecto vigilar un campo visual de 360º.

El primer segmento torácico o protórax es alargado (baciliforme), presenta un primer par de patas prensiles, raptoras, adaptadas para la sujeción, ya que tanto sus fémures como las tibias a lo largo de sus márgenes están armadas por dos hileras de fuertes espinas y ganchos que le permiten el aseguramiento de sus presas. Dichas patas son capaces de abrirse y cerrarse en cinco milésimas de segundo, capturando así a sus víctimas. Los dos pares de patas restantes son ambulatorias, pero a la altura del segundo par, el mesotórax presenta un órgano auditivo, u "oído", capaz de detectar los ultrasonidos emitidos por sus depredadores nocturnos como los murciélagos, que les permite huir y guarecerse a tiempo del ataque.

Insertados dorsalmente al meso y metatórax se encuentran también dos pares de alas. En los machos, el primer par es opaco, de naturaleza coriácea; el segundo es transparente, de consistencia membranosa, plegado y protegido por el anterior, y es el verdadero responsable del vuelo. Las hembras pueden o no ser aladas; en caso de poseer las alas, sólo tienen un par, reducido a escamas o botones alares (especies braquípteras). El abdomen, alargado, está constituido por ocho segmentos en la hembra y por seis en el macho. En la región terminal se localizan los genitales, que en el caso del macho presentan una asimetría característica.

Los mantodeos viven fundamentalmente en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo. Se encuentran en una gran variedad de hábitats terrestres desde la arena del desierto hasta el dosel del bosque tropical. De las casi 2500 especies conocidas en todo el mundo, el continente con mayor número de ellas es África, con 980. En América y en particular para la región neotropical en la que se ubica gran parte del territorio mexicano, se han registrado 474 especies; específicamente en México se han reportado 50 especies, pertenecientes a 5 familias y 21 géneros, distribuidas en 16 entidades, siendo Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Tabasco y Chiapas, las que cuentan con mayor número y diversidad de especies y registros.



Choeradodis rhombicolis o "mantis encapuchado", mostrando su característico disco torácico.

Stagmomantis carolina en la típica postura de "rezo" u "oración".

Fotos: © Fulvio Eccardi



Apariencia protectora de *Liturgusa* sp. confundiéndose con su entorno.

Ciclo de vida, reproducción y alimentación

Entre los mántidos es común el dimorfismo sexual. La hembra es de mayor tamaño y robustez que el macho, pues su abdomen debe estar preparado para alojar temporalmente a los huevecillos. La temporada de apareamiento en climas templados generalmente se inicia en otoño. Una vez que el macho detecta a una hembra receptiva y tras el cortejo –que no es común en todas las especies– la monta, la inmoviliza sujetándola con las patas delanteras y deposita en la entrada del orificio genital femenino el espermatóforo (bolsa que contiene los espermatozoides). En este momento suele presentarse sólo en algunas especies –como la *Mantis religiosa*– el "canibalismo sexual" por parte de la hembra, que sigue su instinto voraz y depredador y engulle la cabeza del macho. Cabe señalar que este suceso no es tan frecuente en condiciones naturales, por lo que no es extraño que el macho llegue a completar la cópula y sobreviva. El apareamiento ocurre por las noches, con objeto de minimizar las posibilidades de tener un encuentro con sus depredadores.

Por su parte, la hembra, dependiendo de la especie, pone entre 60 (género *Ameles*) y 400 huevecillos (género *Mantis*), que deposita en una masa espumosa generada por ella misma mediante sus glándulas abdominales. Esta espuma al entrar en contacto con el aire se seca y endurece, formando una cubierta protectora superficial. La generación de este receptáculo puede prolongarse de una a varias horas y finalmente se constituye una "cápsula ovígera" u "ooteca", la cual se adhiere a una rama, a una hoja o se deposita en algún resquicio del terreno. La diapausa (suspensión del metabolismo) y ulterior desarrollo de los huevos dentro de la ooteca se verifica en invierno, para finalmente presentarse la eclosión de los nuevos individuos o "ninfas" en primavera.

Debido a su desarrollo hemimetábolo, o metamorfosis incompleta, las ninfas son iguales a los adultos –excepto en el tamaño–, no han desarrollado las alas y su aparato reproductor no es funcional. El número de mudas o "ecdysis" que sufre una ninfa hasta alcanzar el estado adulto es variable (de 3 a 12 veces); no es constante para una misma especie, pues depende de factores como temperatura, humedad, luminosidad solar, sexo del individuo, etcétera. Sin embargo, el tiempo promedio que las ninfas tardan en adquirir la adultez es de tres meses, ocurriendo el desarrollo completo y maduración sexual en el verano, cuando se presenta el acoplamiento sexual que se repite nuevamente durante el otoño. En especies tropicales la esperanza de vida en condiciones naturales



es de 10 a 12 meses, aunque algunas especies pueden llegar a vivir hasta 14 meses.

Al ser carnívoras todas las especies de mántidos, y de hábitos depredadores, su dieta está compuesta regularmente de insectos vivos: avispas, chapulines, abejas, moscas, grillos, mariposas, sus parientes las cucarachas e incluso sus propios congéneres, siendo lo más común entre ellos el canibalismo; también forman parte del menú pequeñas lagartijas, ranas, ratones y aves, como los colibríes. En todos los casos, los mántidos capturan a sus presas utilizando la táctica de la emboscada. Recientemente se ha descubierto que algunas especies complementan su ingesta con polen.

Aparentemente invencibles, los mántidos también son víctimas de otros depredadores, y cuentan entre sus enemigos a otros insectos: himenópteros de las familias Ichneumonidae, Chalcididae, Scelionidae. Son avispas especializadas en parasitar las ootecas de los mántidos, a las que inyectan y depositan dentro de ellas sus huevecillos, los cuales una vez desarrollados en larvas se alimentan a expensas de las ninfas hasta alcanzar su estado adulto. Otras avispas de la familia Sphecidae se concretan al ataque de ninfas pero fuera de la ooteca, mientras que los también himenópteros de la familia Formicidae (hormigas) se constituyen en despiadados cazadores tanto de ninfas como de adultos. Los coleópteros de la familia Dermestidae (escarabajos de las pieles) también ostentan sobrada fama de ser grandes consumidores de ootecas. Aunados a los anteriores existen otros enemigos respetables como pájaros, murciélagos, camaleones, ranas, serpientes lagartijas, entre otros.

Homocromía y mimetismo

Los mántidos se caracterizan por poseer una asombrosa capacidad para camuflarse, pudiendo confundirse perfectamente con su entorno inmediato valiéndose de la coloración (verde, parda, grisácea, pajiza, etcétera), así como por la adopción de formas y texturas del cuerpo, el cual adquiere el aspecto de una flor, una rama, un liquen, etc. Uno de los ejemplos mejor logrados es el de la "mantis orquídea" (*Hymenopus coronatus*) de Malasia e Indonesia. Este extraordinario recurso para confundirse con su entorno tiene una doble función que multiplica su valor, pues permite a los mántidos allegarse su alimentación y a su vez escapar de sus depredadores. Así, el arte de engañar les permite pasar desapercibidos ante sus presas y evadir a sus enemigos, aunque a veces no se logre.

Stagmomantis limbata se despliega para intimidar.

Foto: © Fulvio Eccardi

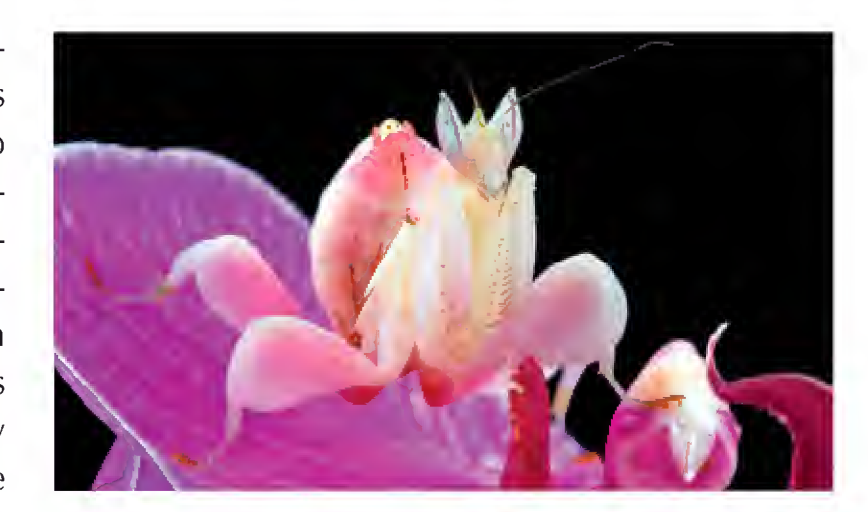


Dimorfismo sexual de *Stagmomantis carolina*. Se aprecia la mayor talla y corpulencia de la hembra.

En algunos lugares existe la creencia de que los mántidos son venenosos, sin embargo esto es falso, pues ninguna especie posee veneno y no representa peligro alguno para la salud humana. Dadas sus cualidades depredadoras y de caza, se pensó en utilizarlos como control biológico de plagas de insectos presentes en el campo y en jardines. Por esa razón hacia el año 1900 fueron introducidas en la costa oriental de Estados Unidos las especies europea (*Mantis religiosa* Linnaeus, 1758) y china (*Tenodera aridifolia* Stoll, 1813). Esta última sigue empleándose hasta la fecha, pero su voracidad indiscriminada arrasa por igual con insectos perjudiciales y benéficos (polinizadores), que también son blanco de sus propios enemigos. Por ello, el valor de los mántidos como agentes de biocontrol resultó bastante limitado, aunque su importancia dentro de la pirámide alimentaria, como depredadores y presas, es innegable.

La amenaza o peligro de extinción que se cierne sobre los mántidos es y será directamente proporcional a la destrucción y alteración de su hábitat, por lo que su presencia natural en zonas urbanas y suburbanas es muy escasa o inexistente, y se les encuentra en sitios no tan perturbados y más favorables a su desarrollo.

El carácter misterioso y enigmático que han tenido estos insectos para el hombre ha hecho que estén presentes en distintas culturas como la griega, china, africana, alemana, francesa, española, mexica, tal como lo avalan las distintas denominaciones en las lenguas de esas culturas y por las representaciones artísticas y literarias que se han registrado. En tiempos recientes, los mántidos han sido objeto de estudio en diversos campos de la ciencia como la taxonomía cladística, la fisiología, la etología, lo que demuestra el renovado y fortalecido interés que para el hombre siguen teniendo.



"Mantis orquídea" *Hymenopus coronatus*, una amalgama perfecta de color y forma o criptosis

Bibliografía

Agudelo Rondón, A.A., F. Lombardo y L.J. Jantsch. 2007. "Cheklist of the Neotropical Mantids (Insecta, Dictyoptera, Mantodea)", en *Biota Colombiana* 8(2):105-158.

Chopard, L. 1949. "Ordre des Dictyopteres", en P. P. Grassé (ed.), *Traité de zoologie*, t. IX, Masson, París, pp. 386-407, figs. 75-89.

Hurd, L.E. 1999. Ecology of Praying Mantids", en F.R. Prete, H. Wells, P.H. Wells y L.E. Hurd (eds.), *The Praying Mantids*, The Johns Hopkins University Press, London, pp. 43-60.

Ramsay, G.W. 1990. "Mantodea (Insecta), with a Review of Aspects of Functional Morphology and Biology", en *Fauna of New Zealand* 19:1-96.

Roy, R. 1999. "Morphology and Taxonomy", en F.R. Prete, H. Wells, P.H. Wells y L.E. Hurd (eds.), *The Praying Mantids*, The Johns Hopkins University Press, London, pp. 19-40.

Svenson, G.J., y M.F. Whiting. 2009. "Reconstructing the Origin of Praying Mantises (Dictyoptera, Mantodea): The Roles of Gondwanan Vicariance and Morphological Convergence", en Cladistics 25:468-514.

Thorne, B.L., y J.M. Carpenter. 1992. "Phylogeny of the Dictyoptera", en *Systematic Entomology* 17:253-268.

* Instituto de Biología, UNAM
emarino@ibunam2.ibiologia.unam.mx



Yo soy Tito Curioso

y te invito a emprender la aventura de conocer México.

¿Me acompañas?

En El país de las maravillas visitaremos a los principales ecosistemas de México y conoceremos sus especies representativas, podremos ver fotografías, videos y aprenderemos lo importante que son para nosotros y por qué hay que conservarlos. Además, podremos colorear, usar divertidos juegos y escuchar las voces de algunos animales. ¡Juntos apreciaremos la gran riqueza natural que tenemos en México!





El sitio web de biodiversidad para niños de preescolar y primaria.

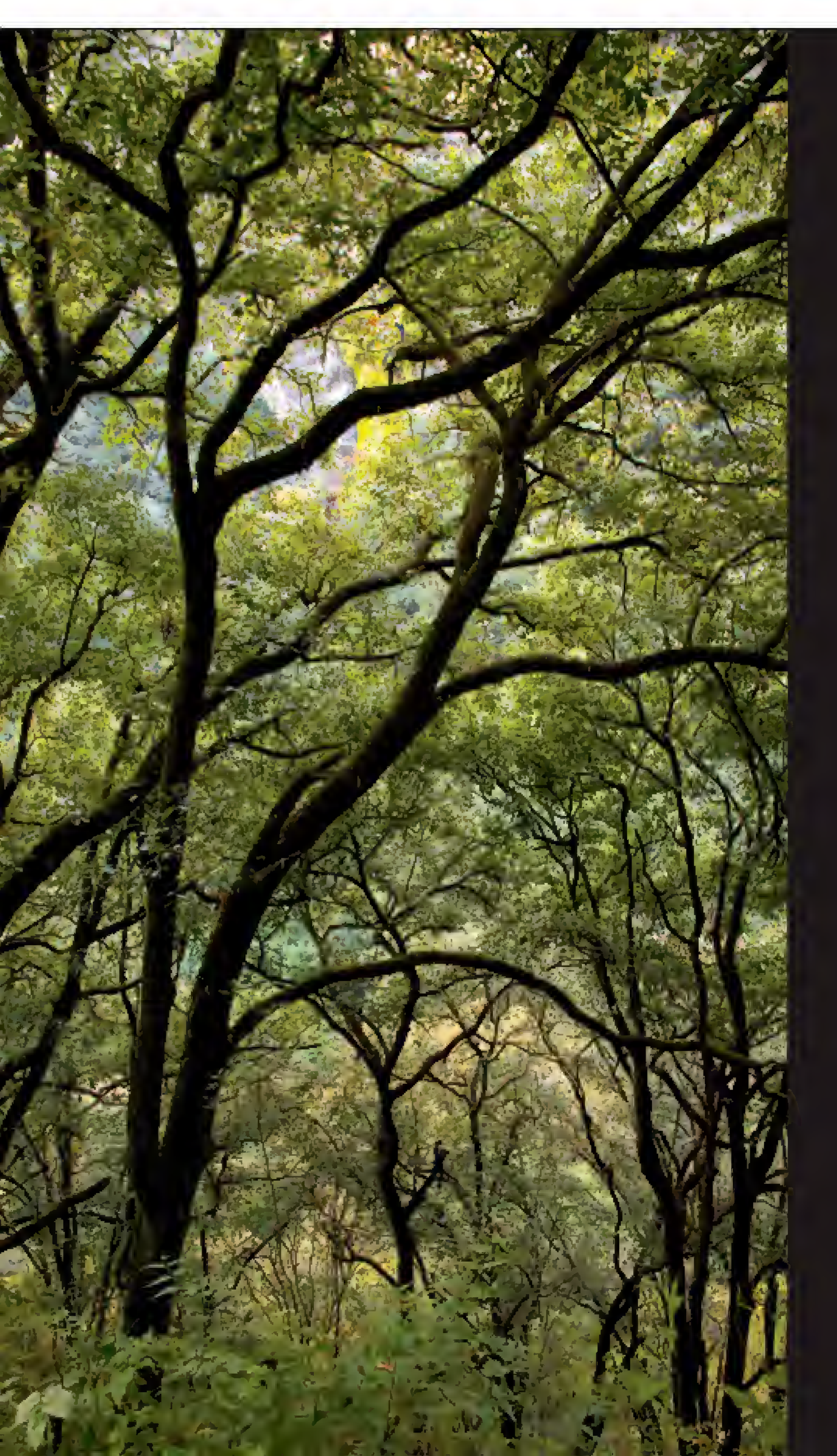
www.biodiversidad.gob.mx/ninos/ninos.html

100 MIL FOTOS DE MANGLARES EN MÉXICO

Los manglares, uno de los ecosistemas más importantes de México, visto a través de fotografías aéreas panorámicas. Disponibles en alta resolución y con coordenadas geográficas en el portal de geoinformación.



http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/100.html





2011 Año Internacional de los Bosques

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró el 2011 como Año Internacional de los Bosques. Esta celebración plantea la necesidad de crear más conciencia entre la ciudadanía para fortalecer la conservación y manejo sostenible de los bosques, para beneficio de las generaciones presentes y futuras.

La CONABIO se une a esta celebración y pone a disposición del público información de algunos de los ecosistemas forestales que se encuentran en México.

Fotografía:
Bosque de encino
Sierra Gorda, Querétaro
Miguel Ángel Sicilia M.

Biodiversidad Mexicana
http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosques.html

Año Internacional de los Bosques
http://www.aib2011.mx/



El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de noviembre y a su autora.

¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net



Nombre: Karla Gamiño Haza
Área de estudio: Arte, diseño y fotografía

Trayectoria profesional: Es originaria del Distrito Federal. Desde muy pequeña ha tenido el gusto por observar, sentir y escuchar la naturaleza. La fotografía y la pintura son campos que le apasionan y que considera importantes en su vida. En la ciudad de Puebla, lugar donde radica, estudió arte, decoración y diseño, áreas en las que se ha desempañado por varios años. Actualmente diseña material didáctico para niños con problemas de aprendizaje o con alguna discapacidad.

Contacto: karla_gamhaza@hotmail.com

"...en las cosas más pequeñas se puede observar lo gigantesca que es la vida."

Patrimonio natural de México
Cien casos de éxito

Desde fines del siglo pasado en México se han incrementado notablemente los casos en que ha sido posible conservar y manejar de manera sustentable el patrimonio natural del país, a pesar de las políticas de desarrollo que han ignorado por largo tiempo criterios ecológicos. Esto ha sido posible por una combinación de factores: una tradición de conocimientos de los recursos naturales; el crecimiento inusitado de la comunidad académica dedicada a las ciencias de la biodiversidad; la difusión de ese conocimiento, que dio paso a la constitución y fortalecimiento de diversas organizaciones civiles, gestoras activas de cambios locales; y, por último, el desarrollo institucional, sobre todo en el ámbito federal, de estructuras, programas, opciones tecnológicas, marcos normativos.

Los editores de esta obra seleccionaron, de entre una buena cantidad de acciones realizadas en las décadas más recientes, aquellas que les parecieron ejemplo exitoso en cuanto a logros concretos de conservación, así como de restauración y recuperación de recursos, y en muchos casos también de beneficios económicos a sectores de la sociedad relacionados con el manejo o la conservación del patrimonio natural mexicano.







La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

SECRETARIO TÉCNICO: Juan Rafael Elvira Quesada
COORDINADOR NACIONAL: José Sarukhán Kermez
DIRECTOR DE COMUNICACIÓN: Carlos Galindo Leal

Sigue las actividades de CONABIO a través de Twitter y Facebook

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos